

La fromageabilité du lait en race Montbéliarde dans les élevages AOP et IGP de Franche-Comté : variabilité et facteurs de variation

GAUDILLIERE N. (1), GELE M. (2), SANCHEZ M.P. (3)(4), EL JABRI M. (2), WOLF V. (1), BOICHARD D. (3)(4), BROCHARD M. (5), DELACROIX-BUCHET A. (3)(4), LAITHIER C. (2)

(1) Conseil Elevage 25-90, 25640 Roulans

(2) IDELE, 75012 Paris, France

(3) INRA, UMR1313 GABI, 78350 Jouy-en-Josas, France

(4) AgroParisTech, UMR1313 GABI, 78352 Jouy-en-Josas, France

(5) Umotest, 01250 Ceyzériat, France

RESUME

Le programme FROM'MIR a abouti à la création d'équations d'estimation, à partir des analyses en spectrométrie Moyen Infrarouge (MIR), de paramètres portant sur deux critères de fromageabilité du lait : le rendement de laboratoire et l'aptitude à la coagulation enzymatique. Les équations les plus robustes ont été appliquées aux spectres MIR issus d'analyses des laits de vaches Montbéliardes collectés dans le cadre du contrôle de performances entre 2012 et 2017 en Franche-Comté, et de 200 laits de troupeaux prélevés en 2015 dans la même région. Le déterminisme génétique de ces caractères a été étudié. Leurs héritabilités sont moyennes à fortes, comprises entre 37 et 48%. Une sélection efficace de ces caractères est donc envisageable. A l'échelle de l'animal, le stade de lactation a un impact fort sur la fromageabilité compte tenu de ses effets sur les taux butyreux (TB) et protéique (TP). Les primipares se distinguent des multipares, leurs laits présentant une vitesse d'organisation et une fermeté du gel plus faibles. A l'échelle des troupeaux, des facteurs influençant le niveau d'ingestion et la densité énergétique de la ration ont un impact significatif sur la fromageabilité du lait qui s'explique également par leurs effets sur les TB et TP. Les résultats de cette étude sont cohérents avec les précédentes publications sur ce sujet. Ils permettent de confirmer les potentialités de la spectrométrie MIR pour créer des outils de pilotage de la fromageabilité du lait dans le contexte des systèmes AOP et IGP de Franche-Comté et au sein de la race Montbéliarde.

Cheese making properties of milk in Montbeliarde breed inside PDO/PGI herds in Franche-Comté: variability and factors of variation

GAUDILLIERE N. (1), GELE M. (2), SANCHEZ M.P. (3)(4), EL JABRI M. (2), WOLF V. (1), BOICHARD D. (3)(4), BROCHARD M. (5), DELACROIX-BUCHET A. (3)(4), LAITHIER C. (2)

(1) Conseil Elevage 25-90, 25640 Roulans

SUMMARY

Prediction equations, based on mid-infrared spectrometry (MIR), were produced in the FROM'MIR project for parameters related to two criteria of milk cheese making ability: laboratory yield and coagulation ability. The most robust equations were applied to MIR spectra from analyses of test-day records of Montbéliarde cows between 2012 and 2017 in Franche-Comté area and of 200 herd bulk tank samples collected in 2015 in the same region. The genetic determinism of these traits was studied. Their heritability coefficients are medium to high, between 37 and 48%. An efficient selection of these characteristics is therefore possible. At the animal level, the lactation stage has a strong impact on cheese-making properties through its effects on fat and protein contents. Primiparous cows differ from multiparous ones by a slower organization speed and gel firmness. At herd level, factors influencing feed intake and energy density of the diet have a significant impact on the cheese making properties of milk, which is also explained by their effects on protein and fat levels. The results of this study are consistent with the literature data on this topic. They confirm the potential of MIR spectrometry to develop tools to monitor cheese-making properties in the context of the Franche-Comté PDO and PGI systems and within the Montbéliarde breed.

INTRODUCTION

En France et dans le monde, plus d'un tiers du lait bovin produit est transformé en fromage. La fromageabilité du lait, est donc un caractère économiquement important. Elle peut être appréciée par les mesures du rendement de laboratoire et de l'aptitude à la coagulation enzymatique. Mais ces critères sont longs et coûteux à mesurer. Les laboratoires chargés des analyses pour le paiement du lait à la qualité ou pour le contrôle des performances individuelles utilisent en routine la spectrométrie Moyen Infrarouge (MIR) pour estimer la composition physico-chimique des laits. La spectrométrie MIR peut être utilisée pour estimer les paramètres de fromageabilité liés à la composition physico-chimique du lait, à coût réduit.

En Franche-Comté, plus de 100 000 T de fromages sont produit au sein des filières AOP et IGP. Maintenir un haut niveau de qualité du lait et des fromages est un enjeu essentiel pour maîtriser la rentabilité des ateliers de fabrication et donc assurer un revenu aux producteurs de la zone. Le projet FROM'MIR (2015-2018) a pour objectif d'étudier la fromageabilité du lait au sein de la race Montbéliarde et dans les élevages engagés dans ces filières. Les systèmes de production de ces élevages sont encadrés par des cahiers des charges (interdiction des fourrages fermentés, limitation de la quantité de concentré...) et sont basés sur la valorisation de l'herbe, pâturée et stockée sous forme de foin et regain. Le projet FROM'MIR a fourni des équations qui permettent d'estimer deux critères de fromageabilité : le rendement de laboratoire et l'aptitude à la coagulation enzymatique pour

deux modalités d'emprésurage, pâte pressée cuite (PPC) et pâte molle (PM). Elles ont été appliquées aux spectres MIR d'échantillons de laits recueillis dans le cadre du contrôle de performances et de prélèvements de lait de tanks. Nous présentons ici les résultats de l'étude de la variabilité de ces paramètres pour, à la fois, évaluer leur déterminisme génétique et identifier les facteurs de variation non génétiques à l'échelle de la vache et du troupeau.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. SPECTRES MIR ET FROMAGEABILITE

Dans le cadre du contrôle de performances, plus de 6 millions d'échantillons de laits individuels ont été collectés sur plus de 400 000 vaches Montbéliardes dans 3 246 élevages entre janvier 2012 et juin 2017. Des échantillons de laits de tanks de 200 troupeaux ont également été prélevés en 2015 : 99 en période d'alimentation hivernale (février/mars) et 101 en période de pâturage (mai/juin). Des enquêtes portant essentiellement sur l'alimentation ont été réalisées dans ces mêmes élevages par les conseillers des Entreprises de Conseil Elevage (ECEL) de Franche-Comté (EvaJura, HSCel et CEL25-90). Tous les échantillons de lait ont été analysés par spectrométrie MIR. Les spectres MIR ont été standardisés selon la méthode développée dans le cadre du consortium OPTIMIR (Grelet *et al.*, 2015). Les équations d'estimation de la fromageabilité du lait, mises au point dans FROM'MIR, ont été appliquées à l'ensemble de ces spectres.

Six paramètres de fromageabilité ont été étudiés pour la mise au point de ces équations : les rendements de laboratoire frais et en Extrait Sec (ES = Extrait Sec de caillé rapporté à l'Extrait Sec du lait mis en œuvre en %) (Hurtaud *et al.*, 1995), ainsi que les paramètres de coagulation enzymatique mesurés via le Formoptic (Figure 1) : l'inverse de la vitesse d'organisation du gel (le rapport K10/R) et la fermeté du gel à une fois le temps de prise (aR) pour les deux technologies PPC et PM. La précision de l'estimation des rendements de laboratoire frais et ES est très bonne à l'échelle des laits individuels (r^2 de respectivement 0,88 et 0,93) et moyenne à l'échelle des laits de troupeaux (r^2 de 0,77 pour les 2 paramètres). La vitesse d'organisation du gel est estimée avec une précision modeste, tant à l'échelle des laits individuels qu'à l'échelle des laits de troupeaux (r^2 de respectivement 0,63 et 0,68). Enfin la fermeté du gel est estimée de manière plus précise à l'échelle des laits individuels ($r^2=0,82$) qu'à l'échelle des laits troupeaux ($r^2=0,62$) (Laithier *et al.*, 2017).

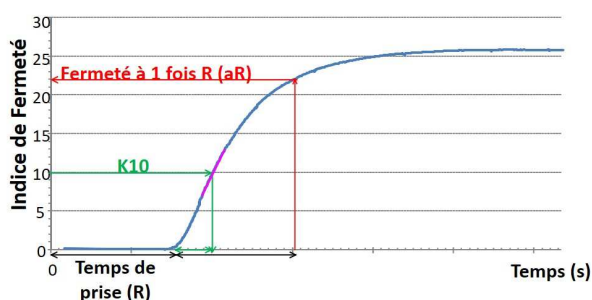


Figure 1 Définition des paramètres d'aptitude à la coagulation enzymatique mesurés avec le Formoptic (Laithier *et al.*, 2017)

1.2. ESTIMATION DES PARAMETRES GENETIQUES

Les données retenues pour l'estimation des paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques) comprenaient 1 100 238 spectres MIR issus de 126 873 vaches Montbéliarde primipares élevées dans 3 086 troupeaux différents. La procédure REML du logiciel Wombat (Meyer, 2007) a été appliquée à un modèle animal à répétabilité. Le modèle utilisé incluait les effets fixés du milieu (combinaison de l'effet du troupeau, du jour de contrôle et du spectromètre), du stade de lactation et l'effet combiné de l'année et du mois de vêlage ainsi que les effets aléatoires de

l'animal, de l'environnement permanent et résiduel. Les héritabilités (h^2) des paramètres fromagers ainsi que les corrélations génétiques (r_g) entre les différents paramètres fromagers d'une part, et entre les paramètres fromagers et le taux protéique (TP) et le taux butyreux (TB) d'autre part ont été estimés. Ils permettent de prédire l'efficacité d'une sélection génétique et l'impact de la sélection d'un critère sur l'ensemble des autres critères.

1.3. ETUDE DES FACTEURS NON GENETIQUES

A l'échelle des animaux, les effets des facteurs non-génétiques (stade et rang de lactation, mois du prélèvement) ont été étudiés à partir de modèles mixtes (package lme4 combiné avec lmerTest du logiciel R®) intégrant les effets aléatoires de l'animal et du troupeau. Ils ont été appliqués à 1,2 millions d'analyses réalisées entre janvier 2015 et décembre 2016 portant sur 131 427 vaches primipares et multipares réparties dans 1 997 troupeaux

A l'échelle des troupeaux, les analyses de laits de tank ont été confrontées aux résultats des enquêtes et aux données disponibles sur les élevages dans les bases des ECEL. Les variables ayant le plus d'impact sur la fromageabilité ont été sélectionnées par la méthode Random Forest (package VSURF du logiciel R®) et leurs effets ont été quantifiés à partir de modèles de régressions linéaires multiples.

2. RESULTATS

2.1. VARIABILITE DE LA FROMAGEABILITE

La variabilité des paramètres estimés à partir des équations FROM'MIR est conséquente (Tableau 1). Elle est du même ordre de grandeur, voire supérieure à celle des TB et TP. Elle est deux à trois fois moins importante à l'échelle des troupeaux qu'à l'échelle des vaches. Cette réduction de la variabilité entre les deux échelles s'explique par un effet de mélange.

Tableau 1 Moyennes (CV %) des TB, TP et des paramètres de fromageabilité à l'échelle des vaches et des troupeaux

Paramètres	Echelle Vaches	Troupeaux en hiver	Troupeaux au pâturage
Nbr spectres MIR	1,2 millions	99	101
TB (g/kg de lait)	37,8 (11,6)	38,3 (5,2)	36,6 (12,4)
TP (g/kg de lait)	33,3 (9,0)	32,3 (4,0)	32,6 (3,7)
Rdt labo ES (%)	66,1 (6,6)	67,2 (2,7)	64,6 (2,0)
K10/R en PPC	0,36 (25,0)	0,34 (11,8)	0,33 (9,1)
aR en PPC (IF*)	19,1 (12,0)	19,3 (6,1)	19,9 (5,2)
K10/R en PM	0,35 (25,7)	0,33 (12,1)	0,33 (12,1)
aR en PM (IF*)	19,5 (12,5)	18,9 (5,9)	19,1 (5,2)

*IF = Indice de fermeté

2.2. UN FORT IMPACT DE LA GENETIQUE

2.2.1. Des caractères héritables

Les héritabilités des paramètres de fromageabilité sont comprises en 38 et 39 % pour les rendements de laboratoire et entre 42 et 48 % pour les paramètres de coagulation (Tableau 2). Les coefficients de variation génétiques varient, quant à eux, entre 3,3 et 13,8%. Ces valeurs, estimées très précisément grâce au nombre élevé de spectres MIR récoltés (SE < 1%), sont modérées à fortes selon les paramètres.

Tableau 2 Héritabilités (h^2), erreurs standards de prédiction (SE h^2) et coefficient de variation génétique (CVg) des paramètres de fromageabilité

Caractère	h^2 (%)	SE h^2 (%)	CVg (%)
Rdt labo ES (%)	39	0,6	3,3
Rdt labo frais (%)	38	0,6	8,2
K10/R en PPC	42	0,9	12,0
aR en PPC	47	0,7	6,3
K10/R en PM	45	0,8	13,8
aR en PM	48	0,7	6,6

2.2.2. Des corrélations génétiques fortes

Les corrélations génétiques entre les paramètres de fromageabilité sont toujours favorables et très fortes (Tableau 3). Les paramètres K10/R mesurent l'inverse de la vitesse d'organisation du gel. Une corrélation négative avec les autres paramètres (rendements ou fermeté du gel) indique donc une liaison favorable. Les deux mesures du rendement de laboratoire sont très liées génétiquement ($r_g = 0,97$). Les corrélations génétiques entre les rendements et les paramètres de coagulation d'une part et, entre les paramètres de coagulation d'autre part sont plus modérées ($0,72 < |r_g| < 0,80$) mais toujours fortes.

Tableau 3 Corrélations génétiques entre les paramètres de fromageabilité (SE < 1%)

	Rdt frais	K10/R PPC	aR PPC	K10/R PM	aR PM
Rdt ES	0,97	-0,72	0,77	-0,74	0,76
Rdt frais		-0,73	0,78	-0,76	0,78
K10/R PPC			-0,76	0,80	-0,73
aR PPC				-0,78	0,76
K10/R PM					-0,77

Par ailleurs, la composition du lait (TP et TB) est aussi génétiquement liée à la fromageabilité du lait. Le TP est fortement lié génétiquement aux rendements de laboratoire ES et frais (0,74 et 0,75, respectivement) et très fortement aux paramètres de coagulation ($0,80 < |r_g| < 0,94$). Le TB, quant à lui, présente des corrélations génétiques plus élevées avec les rendements de laboratoire ES et frais (0,91 et 0,87, respectivement) qu'avec les paramètres de coagulation ($0,47 < |r_g| < 0,55$).

2.3. LES AUTRES FACTEURS LIES A L'ANIMAL

2.3.1. Un fort impact du stade de lactation

Le stade de lactation a un effet important sur les rendements de laboratoire (Figure 2) et l'aptitude à la coagulation enzymatique. Ce facteur a été étudié en groupant les observations en classes : 7-30 jours de lactation, 30-60 jours, 60-100 jours, 100-200 jours, 200-300 jours et 300-500 jours. Au-delà de 60 jours de lactation, le rendement, la vitesse d'organisation et la fermeté du gel augmentent avec le stade de lactation

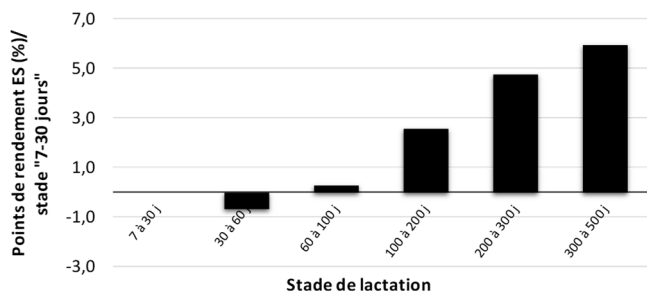


Figure 2 Effet du stade de lactation sur les rendements laboratoire ES (%) par rapport à la classe « 7-30 jours »

2.3.2. Les primipares se distinguent des multipares

La vitesse d'organisation et la fermeté du gel sont plus faibles pour les premières lactations par rapport aux rangs de lactation supérieurs. Cela se traduit par un effet négatif (-0,05) des rangs de lactation supérieurs à 1 sur le ratio K10/R car, comme vu précédemment, lorsque ce ratio diminue, la vitesse d'organisation du gel augmente.

2.3.3. Un effet lié à la saison

Sur les 2 années étudiées, l'effet du mois de contrôle a été conséquent (Figure 3). Les mois d'été (juillet et août) se sont distingués par des effets négatifs sur les rendements, la vitesse d'organisation et la fermeté du gel par rapport aux mois d'hiver et de printemps.

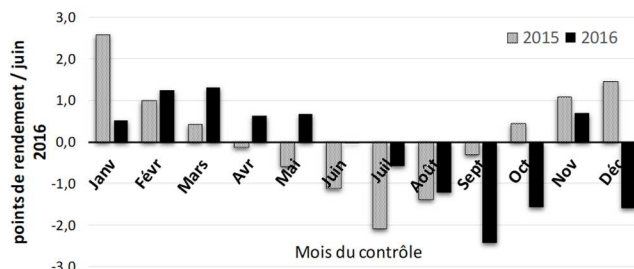
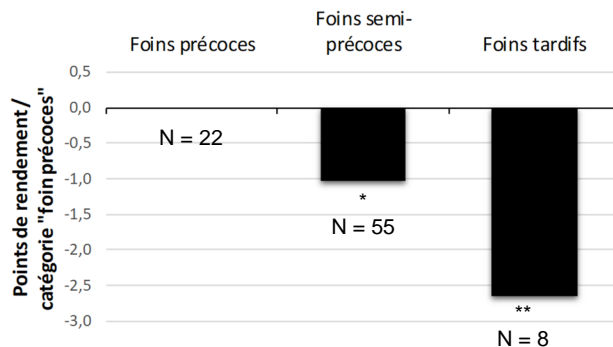


Figure 3 Effets des mois de contrôle sur le rendement ES (%) par rapport à la modalité juin 2016.

2.4. A L'ECHELLE DES TROUPEAUX, UN ROLE IMPORTANT DE L'ALIMENTATION

2.4.1. En hiver, la quantité et la qualité des fourrages impactent fortement la fromageabilité

Les enquêtes réalisées en élevages ont permis d'évaluer la qualité des fourrages distribués en hiver en se basant sur la date de récolte et l'altitude. Trois classes de foin se distinguent : les foins précoces (récoltés avant le 20/05 en plaine, le 01/06 sur les plateaux, et le 10/06 en montagne), les foins semi-précoces (récoltés entre le 20/05 et le 10/06 en plaine, entre le 01/06 et le 20/06 sur les plateaux et entre 10/06 et le 01/07 en montagne), et les foins tardifs (récoltés après le 10/06 en plaine, le 20/06 sur les plateaux et le 01/07 en montagne). L'effet de cette variable est significatif et important sur le rendement (Figure 4). La classe des foins tardifs est associée à un rendement de laboratoire ES inférieur de 2,7 points par rapport à la classe des foins précoces.



* = P<0,05 ; ** = P<0,01

N = Nombre d'élevages dans la classe

Figure 4 Effet du stade de récolte du foin sur le rendement ES (%) par rapport à la modalité « Foins précoces »

Les enquêtes ont également permis de distinguer les élevages dans lesquels les fourrages étaient distribués à volonté (des refus consommables retirés tous les jours), en quantité juste suffisante (peu de refus), ou en quantité insuffisante (pas de fourrages à l'auge pendant une partie de la journée). Par rapport à une situation où le fourrage est distribué à volonté, la distribution des fourrages en quantité insuffisante a un effet négatif significatif sur la vitesse d'organisation (+0,03 sur le ratio K10/R en PPC ; P<0,01) et la fermeté du gel (-1,0 IF sur le aR en PPC ; P<0,01).

Enfin, en ration hivernale, la quantité de concentré distribuée a un effet modéré mais significatif uniquement sur la fermeté du gel (aR en PPC). L'augmentation de la quantité de concentrés d'un kg/VL entraîne une élévation du aR d'en moyenne 0,19 indice de fermeté (Pc<0,05) qui s'explique par une élévation du TP de 0,2 g/kg de lait (Pc<0,05).

2.4.2. Au pâturage : peu de facteurs identifiés

Les enquêtes réalisées lors des prélèvements en période de pâturage ont permis de décrire en détail les pratiques des éleveurs à cette période : surface d'herbe mises à disposition, mode de gestion du pâturage, pratiques de complémentation... Cependant aucun effet significatif de ces

facteurs n'a été mis en évidence sur les paramètres de fromageabilité étudiés.

Toutefois, dans ces enquêtes les conseillers ont signalé les situations où les accès à l'eau pouvaient être limitants pour la consommation du troupeau : trop faible volume d'eau, points d'eau trop éloignés du lieu de pâturage... Cette variable a un effet significatif et important sur le rendement de laboratoire ES en période de pâturage. Dans les situations où le point d'eau a été jugé limitant, le rendement ES est pénalisé de 1,1 point ($P < 0,05$).

3. DISCUSSION

3.1. DES RESULTATS COHERENTS

Les résultats obtenus dans cette étude concernant les facteurs de variation de la fromageabilité sont en accord avec les travaux récents portant sur la fromageabilité du lait, étudiée à l'échelle des vaches et estimée à partir de la spectrométrie MIR (Visentin *et al.*, 2017a) : le stade de lactation influence la fromageabilité du lait compte tenu de son impact sur les taux (TB et TP). Le rendement, la vitesse d'organisation et la fermeté du gel atteignent leurs valeurs minimales aux alentours du pic de lactation puis augmentent jusqu'à la fin de lactation. A l'échelle des laits de mélanges utilisés pour la fabrication fromagère, ce facteur de variation de la fromageabilité n'aura un impact notable qu'à condition que le stade de lactation moyen des vaches composant la cuve de fromagerie évolue significativement au cours de la saison, ce qui impliquerait un groupement des vêlages sur une période de l'année. Comme dans l'étude de Visentin *et al.* (2017a), la fromageabilité du lait des primipares se distingue de celle des multipares par une vitesse d'organisation du gel plus lente.

Les équations d'estimation de la fromageabilité élaborées dans le cadre de FROM'MIR à l'échelle des laits individuels ont de bonnes performances en comparaison aux résultats d'autres travaux récents reposant sur une méthodologie comparable (Colinet *et al.*, 2013). Toutefois, l'étude de la fromageabilité estimée à partir de la spectrométrie MIR, à l'échelle des laits de troupeaux, constitue l'une des originalités du programme FROM'MIR. Les résultats présentés ici sur les liens entre l'alimentation et la fromageabilité du lait devront donc être confortés. Ces liens s'expliquent par l'effet des facteurs étudiés sur le TB et/ou le TP. Malgré la robustesse modérée des équations d'estimation de la fromageabilité à l'échelle des laits de troupeaux comparativement à l'échelle des laits individuels, les résultats sont concordants avec les connaissances acquises sur la fromageabilité étudiée par les méthodes de références (Vertès *et al.*, 1989 ; Macheboeuf *et al.*, 1993). Ces travaux mettent en évidence les effets de facteurs qui impactent le niveau d'ingestion et les apports énergétiques sur la fromageabilité du lait. Ces premiers résultats permettent d'ores et déjà de réaffirmer le rôle essentiel de la qualité des fourrages et de leur niveau d'ingestion et de relativiser l'effet des aliments complémentaires sur l'exemple de rations à base de foin.

Cette étude n'a toutefois pas permis d'identifier de liens forts entre la gestion du pâturage et la fromageabilité du lait. Il a été complexe durant cette période de qualifier les conditions d'alimentation liées exactement à la production laitière du jour du prélèvement. Au pâturage, les conditions d'alimentation évoluent rapidement et ont potentiellement des effets rémanents difficiles à appréhender.

3.2 DES CRITERES SELECTIONNABLES EN RACE MONTBELIARDE

Grâce au grand nombre de spectres MIR disponibles pour le projet FROM'MIR, il a été possible d'estimer très précisément les héritabilités et les corrélations génétiques des paramètres de la fromageabilité du lait en race Montbéliarde. Ces paramètres, qui caractérisent une population, sont très importants car ils permettent de prédire les réponses à la sélection génétique. Les valeurs d'héritabilités estimées pour

les caractères fromagers sont proches de celles publiées récemment à partir de données de fromageabilité obtenues par méthodes de référence (Cecchinato et Bittante, 2016) ou estimées à partir de la spectrométrie MIR (Visentin *et al.*, 2017b). De plus, ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles du TB ou du TP par exemple, qui sont sélectionnés efficacement depuis de nombreuses années. Une amélioration de la fromageabilité du lait prédite via les spectres MIR est donc tout à fait envisageable par sélection génétique. Par ailleurs, les corrélations génétiques entre tous les paramètres fromagers mesurés dans cette étude sont toujours positives. Cela signifie donc que la sélection d'un des paramètres aura un effet de même sens sur les autres paramètres fromagers. En sélectionnant les vaches pour augmenter le rendement fromager par exemple, on sélectionnera des vaches qui produiront du lait présentant aussi une vitesse d'organisation et une fermeté du gel plus élevée. Il est également intéressant de noter que la sélection d'un paramètre fromager pour une technologie donnée, PPC par exemple, entrainera aussi un effet de même sens sur les paramètres de fromageabilité en PM. Enfin, les corrélations génétiques fortes entre les paramètres de fromageabilité et, le TP et le TB nous indiquent que la sélection actuelle des vaches Montbéliarde sur l'index de synthèse racial (ISU) intégrant notamment le TP et le TB, conduit à une sélection indirecte sur la fromageabilité du lait, d'autant qu'un poids assez important est donné au TP en race Montbéliarde.

CONCLUSION

Les équations FROM'MIR d'estimation de la fromageabilité du lait à partir de la spectrométrie MIR ont permis d'étudier la variabilité de la fromageabilité à grande échelle au sein des élevages AOP et IGP de Franche-Comté. Les résultats confirment les potentialités de la spectrométrie MIR pour évaluer la fromageabilité du lait à l'échelle individuelle. Ils permettent d'identifier des possibilités de pilotage de la fromageabilité à l'échelle de l'animal et de l'élevage. Parmi elles, la mise en place d'une stratégie de sélection génétique est possible à court terme, sous réserve de l'appropriation par les éleveurs au sein de leurs filières de ces nouveaux paramètres et de la définition d'un objectif de sélection prenant en compte les attendus des filières fromagères soucieuses de préserver la qualité des fromages.

Les résultats ont été obtenus dans le cadre du programme FROM'MIR avec le soutien financier du ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Forêt, du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL), de l'Union Régionale des Fromages d'Appellation d'origine Comtois (URFAC) et de la région Bourgogne Franche-Comté.

- Cecchinato A., Bittante G., 2016. J Dairy Sci., 99, 1975-1989.
Colinet F. G., Troch T., Abbas O., Beaten V., Dehareng F., Froidmont A., Soyeurt H., Dardenne P., Sindic M., Gengler N., 2013. Renc Rech Rum, 20, 153-156.
Grelet C., Fernandez Pierna J.A., Dardenne P., Baeten V., Dehareng F., 2015. J Dairy Sci., 98 (4), 2150-2160
Hurtaud C., Rulquin H., Delaite M., Vérité R., 1995. Ann Zootech, 44, 385-398
Lathier C., Wolf V., El Jabri M., Trossat P., Gavoye S., Pourchet D., Grosperin P., Beuvier E., Rolet-Répécaud O., Gaüzère Y., Belysheva O., Notz E., Delacroix-Buchet A., 2017. 12th International Meeting on Mountain Cheese, 20-22 juin 2017 Padoue, Italie
Macheboeuf D., Coulon J.B., D'Hour P., 1993. INRA Prod. Anim., 6, 333-344.
Meyer K., 2007. J. Zhejiang Univ-Sc B. 8, 815-821.
Vertès C., Hoden A., Gallard Y., 1989. INRA Prod. Anim., 2 (2), 89-96.
Visentin G., De Marchi M., Berry D. P., McDermott A., Felon M. A., Penasa M., McParland S., 2017 a. J Dairy Sci., 100 (8), 3293-3304.
Visentin G., McParland S., De Marchi M., McDermott A., Felon M., Penasa M., Berry D., 2017 b. J Dairy Sci., 100 (8), 6343-6355.